

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-50703

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

G 01 B 11/06

識別記号

庁内整理番号

G-7625-2F

⑭ 公開 昭和63年(1988)3月3日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 膜厚測定装置

⑯ 特 願 昭61-196147

⑰ 出 願 昭61(1986)8月21日

⑱ 発 明 者 菱 刈 功 埼玉県入間郡大井町大字亀久保1145 株式会社千野製作所  
技術センター内⑲ 発 明 者 井 手 敏 彦 埼玉県入間郡大井町大字亀久保1145 株式会社千野製作所  
技術センター内⑳ 発 明 者 相 川 孝 生 埼玉県入間郡大井町大字亀久保1145 株式会社千野製作所  
技術センター内

㉑ 出 願 人 株式会社テノール 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

## 明細書

## 1. 発明の名称 膜厚測定装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 測定対象に光を投光する光源と、被測定対象からの透過光または反射光を分光手段で分光し干渉縞を検出する検出器と、この検出器の各波長についての出力のうち極大値と極小値との差が所定の値のときの極値についての出力から被測定対象の膜厚を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする膜厚測定装置。

2. 前記検出器としてイメージセンサを用いたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の膜厚測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

この発明は、光の干渉を利用して膜厚を測定する装置に関するものである。

## 〔従来の技術〕

光の干渉を利用して被測定対象の膜厚を測定するには、被測定対象に光源よりの光を投光し、そ

の透過光または反射光を分光して干渉縞を検出器で検出し、被測定対象の膜厚を測定している。

## 〔この発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、被測定対象の測定スポット内で屈折率、膜厚等にわずかのバラツキ等があると、膜厚等の相違に応じて干渉縞のパターンが異なりこれが同時に重なり合って合成されると、第3図で示すように、うなりを生じたり、コントラストが弱くなり、測定が困難となることがある。

また、検出器に、電荷蓄積型撮像素子CCDのようなイメージセンサを用いて、高分子フィルム等の連続して流れている被測定対象を測定する場合、電荷蓄積の一走査周期内に長い距離の部分を測定すると、分光してイメージセンサに投影される干渉縞パターンは、被測定対象の膜厚の相違に応じて異なるものとなり、これが合成されて、第3図で示すようなうなりを生じたり、平均化されてコントラストが弱くなり、測定が困難となること

がある。

この発明の目的は、以上の点に陥み、干渉縞パ

ターンが不鮮明であっても確実に測定できるようにした膜厚測定装置を提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明は、光源からの光を被測定対象に投光し、その透過光または反射光を分光して干渉縞を検出器で検出し、被測定対象の膜厚を測定する装置において、検出器の各波長についての出力のうち極大値と極小値との差が所定の値のときの極性についての出力から測定対象の膜厚を演算するようにした膜厚測定装置である。

〔実施例〕

第1図は、この発明の一実施例を示す構成説明図である。

図において、1は、光源で、光源1からの光は、レンズ2によりハーフミラー3を介してフィルムのような被測定対象4に投光され、被測定対象4を透過または反射した光は、この図ではハーフミラー3、レンズ5、チョップのようなシャッタ手段6、しほり7、レンズ8を介して回折格子等の分光手段9で分光され、レンズ10を介してCC

すると

$$d = \frac{N \cos \theta'}{2n} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \quad (3)$$

となる。被測定対象4に垂直に投光する $\theta' = 0$ のときは $\cos \theta' = 1$ で(3)式は

$$d = \frac{N}{2n} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \quad (4)$$

となる。このように、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、極値の次数差 $N$ 、既知の屈折率 $n$ から、被測定対象4の膜厚が(3)、(4)式より求まる。

つまり、あらかじめ、分光手段9により検出器11の各素子に入射する波長は決まっているので、検出器11の各素子番号と波長との関係を演算手段13のメモリに記憶しておく。

そして、測定時、検出器11の各素子の出力を順次読み出し、第3図で示すように、測定範囲内で極性を与える素子番号からメモリを利用して波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を求め、極値の数の差から次数差 $N$ を求め、メモリ等に格納された屈折率 $n$ を用い、(3)、(4)式のような演算を行って被測定対

Dのようなイメージセンサの検出器11に入射する。このイメージセンサ11の各素子には分光手段9で分光された各波長に対応した光が入射し、干渉縞パターンの強度が検出される。イメージセンサ11の出力は増幅器12で増幅され、メモリ等を含む演算手段13で所定の演算がなされ、被測定対象4の膜厚 $d$ が演算される。

第2図で示すように、光源からの平行光線 $L_1$ 、 $L_2$ は、膜厚(厚さ) $d$ 、屈折率 $n$ の被測定対象4の表面および裏面で反射し、両光線 $L_1$ 、 $L_2$ は、光学的光路差 $2nd/\cos \theta'$ をもち、この光路差が光の波長の整数倍のとき干渉して第3図のような干渉縞を形成する。

第3図で示すような干渉縞パターンが得られたとし、測定領域の極値を与える最小波長 $\lambda_1$ 、最大波長 $\lambda_2$ について、干渉の各次数を $m+N$ 、 $m$ とし、次式が成り立つ。

$$(m+N)\lambda_1 = 2nd/\cos \theta' \quad (1)$$

$$m\lambda_2 = 2nd/\cos \theta' \quad (2)$$

(2)式より $m$ を求め(1)式に代入して整理

象4の膜厚 $d$ を求める。

ところで、第3図A、Bで示すように、被測定対象4の膜厚のバラツキにより干渉縞パターンがずれて重なり、弱い部分が生じることがある。これを避けるため、検出器11の各波長についての出力のうち極大値と極小値との差が所定の値以上のときの極値についての出力から上記のように膜厚を測定するようにする。このことにより、不確かで、弱い干渉縞を拾うことなく、強い確実な干渉縞から被測定対象4の膜厚 $d$ を測定できる。

また、検出器11に電荷蓄積型撮像素子CCDのようなイメージセンサを用いると、被測定対象4が移動して、その厚さ等がずれると、やや異った干渉縞パターンが検出器11の各素子に一走査周期内入射して合成され、全体としてコントラストが悪くなる。

このため、モータによりセクタが回転するチョップのようなシャッタ手段7により入射光を断続して1回の測定時間を制限し、検出器11への入射光の変動の影響を少くし、干渉縞のコントラスト

トが悪くなるのを防止し、測定を確実なものとする。

〔発明の効果〕

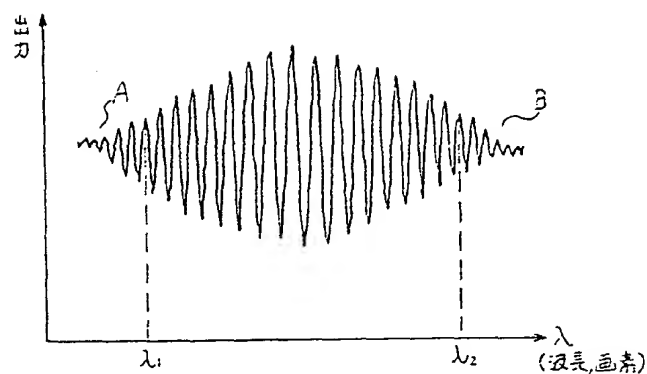
以上述べたように、この発明は、検出器の各波長についての出力のうち極大値と極小値との差が所定の値以上のときの極値についての出力から膜厚を測定するようにしているので、弱い干渉縞を拾うことなく、強い確実な干渉縞から被測定対象の膜厚の測定が高精度に可能となる。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図は、この発明の一実施例を示す構成説明図、第3図は、干渉縞の説明図である。

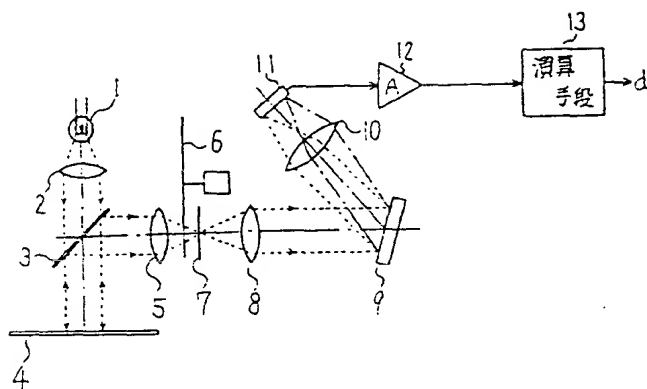
1…光源、2、5、8、10…レンズ、3…ハーフミラー、4…被測定対象、6…シャッタ手段、7…しほり、9…分光手段、11…検出器、12…増幅器、13…演算手段

第3図

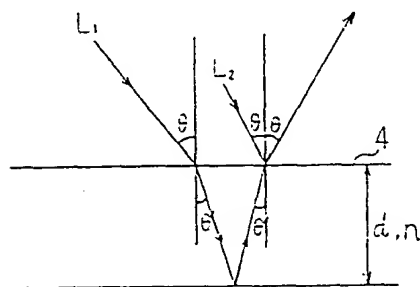


特許出願人 株式会社 千野製作所

第1図



第2図



Japanese → English \ Patent Application No.: 63-50703

Klarquist, Sparkman, LLP Ref. No. 4641-59261

Sho63-50703

[Specification]

1. Title of Invention:

Film Thickness Measurement Apparatus

2. What Is Claimed Is:

1. A film thickness measurement apparatus, comprising a light source for projecting light on the measurement subject, a detector for detecting interference fringes after transmitted light or reflected light from the measurement subject is split by a splitting means, and a calculation means for calculating the film thickness of the measurement subject from the output based on a threshold value when the difference between the maximum value and minimum value of the output of each wavelength of this detector is a predetermined value.

*[portion omitted]*

[Problems the Invention Is to Solve]

Nevertheless, when there is a slight randomness or the like in refractive index, film thickness, etc. within the measurement spot on the measurement subject, the

Japanese → English      Patent Application No.: 63-50703

Klarquist, Sparkman, LLP      Ref. No. 4641-59261

interference fringe pattern differs according to differences in the film thickness, etc., and when this is simultaneously superimposed and synthesized, it creates beats as shown in FIG. 3, contrast weakens, and measurement becomes difficult.

[portion omitted]

In FIG. 1, 1 is a light source; light from the light source 1 is projected by a lens 2 through a half mirror 3 onto a measurement subject 4 such as a film. Light transmitted or reflected by the measurement subject 4 [passes through] the half mirror 3, lens 5, shutter means 6 such as a chopper, diaphragm 7, lens 8, and is split by a splitting means 9 such as a diffraction grating, etc. in this drawing. It passes through a lens 10 and is incident on a detector 11 such as a CCD-type of image sensor. Light corresponding to each wavelength split by the splitting means 9 is incident on each element of this image sensor 11 and the intensity of the interference fringe pattern can be detected. The output of the image sensor 11 is amplified by an amplifier 12, predetermined calculations are

Japanese → English Patent Application No.: 63-50703

Klarquist, Sparkman, LLP Ref. No. 4641-59261

performed by a calculation means 13 that includes a memory, etc., and the film thickness  $d$  of the measurement subject 4 is calculated.

As shown in FIG. 2, parallel light beams  $L_1$  and  $L_2$  from the light source are reflected by the front and back of the measurement subject 4, which has film thickness (thickness)  $d$  and refractive index  $n$ , and the two light beams  $L_1$  and  $L_2$  have an optical path difference  $2nd/\cos\theta'$ . When this optical path difference is an integral multiple of the light wavelength, interference occurs and the sort of interference fringe shown in FIG. 3 is formed.

Given an interference fringe pattern as shown in FIG. 3, if smallest wavelength  $\lambda_1$  and largest wavelength  $\lambda_2$  provide the extremes of the measurement region and each order of interference is  $m \div N$ ,  $m$ , the following equations are established.

$$(m \div N) \lambda_1 = 2nd/\cos\theta' \quad (1)$$

$$m\lambda_2 = 2nd/\cos\theta' \quad (2)$$

If we find  $m$  using equation (2), substitute it in equation (1), and rearrange it, this gives us:

Japanese → English      Patent Application No.: 63-50703

Klarquist, Sparkman, LLP      Ref. No. 4641-59261

thickness as described above based on the output for the extreme values when the difference between the maximum value and the minimum value in the output of each wavelength of the detector 11 equals or exceeds a predetermined value. As a result, the film thickness d of the measurement subject 4 can be measured from strong and reliable interference fringes without involving the unreliable and weak interference fringes.

[portion omitted]

\* \* \*

While all translations are carefully prepared and reviewed, please note that liability for incidental or consequential damages occasioned by omissions, additions, or differences of interpretation shall not exceed the translation fee.

